植 物 分 类 学 报 32 (3)：219—231 (1994)
Acta Phytotaxonomica Sinica

中国蓼属植物花粉形态的研究*

王建新 冯志坚
(辽宁中医学院中药系，沈阳 110032) (华东师范大学生物系，上海 200062)

A STUDY ON THE POLLEN MORPHOLOGY OF THE GENUS *POLYGONUM* IN CHINA

Wang Jian-xin
(*Department of Pharmacy*, *Liaoning College of Traditional Chinese Medicine*, Shenyang 110032)
Feng Zhi-jian
(*Department of Biology*, *East China Normal University*, Shanghai 200062)

Abstract Pollen morphology of 44 species and 2 varieties in the genus *Polygonum* (Polygonaceae) in China was examined by means of both light microscope (LM) and scanning electron microscope (SEM). Pollen grains are spheroidal or subspheroidal, prolate or subprolate, suboblate; 3-colpate, 3-colporate, pantoporate, pantocolpate. The ornamentation of exine is finely or coarsely reticulate, rugulate, granulate-perforate, microechinate-perforate or microechinate-foveolate under SEM.

Based on the characteristics ten pollen types are recognized and described, i. e. Aconogonon-type, Cephalophilon-type, Bistorta-type, Avicularia-type, Convolvulus-type, Sibiricum-type, Tiniaria-type, Fagopyrum-type, Amphibium-type and Persicaria-type. A key to the types is provided.

According to the pollen types, the authors disagree with Steward's (1930) treatment which divided the genus into eight sections, and consider the division of the genus into eleven sections more reasonable.

Key words Pollen morphology; Polygonaceae; *Polygonum*

摘要 本文用光学显微镜和扫描电镜对国产44种2变种蓼属植物的花粉形态进行了观察。除了前人报道的31种外，其中15种为首次报道。本属花粉形态多类型，有球形、近球形、近扁球形、近长球形及长球形；从萌发孔来看，有三沟型、三孔沟型、散沟型及散孔形；外壁纹饰有颗粒-穿孔、微刺-穿孔、微刺-凹穴、细网状、皱块状及粗网状。根据这些特征将花粉划分为10种类型，其中西伯利亚蓼型(Sibiricum-type)为本文首次提出。文中对本属的分类问题进行了探讨，不支持Steward (1930)将本属划分为8个组的意见，而认为应将本属划分为11个组。

* 1992-05-13收稿。

关键词 花粉形态；蓼科；蓼属

蓼属（广义）是蓼科中最大的属，全世界约有 300 种，我国约有 120 余种，全国广布。

关于本属花粉形态的研究，曾有过一些报道。Wodehouse（1931）曾描述过 12 种。Hedberg（1946）观察了产于不同国家和地区的 150 种。Erdtman（1954）及日本学者幾瀬マサ（1956）报道了少量的本属植物的花粉形态。中国科学院植物研究所形态室孢粉组（1960）描述了 18 种。另外，Huang（黄增泉）（1972）也描述了 24 种。以上研究主要采用光学显微镜观察。特别值得提出的是 Leeuwen et al.（1988）对产于欧洲西北部的 25 种进行了光学显微镜与扫描电镜的观察和研究。Nowicke 和 Skvarla（1977）对本属的 19 种进行了扫描电镜与透射电镜的观察研究。在总结前人工作的基础上，我们系统地观察了本属 44 种 2 变种国产植物的花粉形态，并就本属的属下分类问题进行了探讨。

材 料 和 方 法

本实验中的花粉材料（表 1）主要采自野外，部分材料采自华东师范大学生物系植物标本室的腊叶标本，少部分为兄弟单位所提供。用于光镜观察的材料用 Erdtman（1952）的醋酸酐分解法处理，每种花粉测量 20 粒，取其常见值、最大值和最小值（示变化幅度）；用于扫描电镜观察的材料用 95％乙醇自花药中洗出，然后于解剖镜下将花粉逐粒挑到粘有双面胶纸的铜台上，送入真空镀膜机中喷金，于 HITACHI S-450 型扫描电镜下观察，拍照并记录。凭证标本存于华东师范大学生物系植物标本室（HSNU）

观 察 结 果

（一）属的花粉形态特征

本属花粉粒为球形、近球形、近长球形或长球形等；极面观为近圆形、三裂圆形、钝三角型等。体积大小有一定的差异。最小的花粉见于萹蓄组中，如习见蓼 *Polygonum plebium* 为 20.5×15.4 μm（图版 2：19，20）；最大的花粉见于春蓼组中，如蚕茧草 *P. japonicum* 直径为 74.2 μm（图版 5：49—51）。从所观察的 44 种 2 变种植物的花粉来看，本属花粉的萌发孔比较复杂，有三沟、三孔沟、散沟及散孔等类型。根据文献资料，本属花粉尚有六沟类型，如 *P. polystachyum*，八沟（七到十沟）类型，如 *P. ponetorum*，但我们没有采到此类花粉材料。具沟花粉，沟细长，一般几乎达两极；具散孔花粉，其外壁纹饰为粗网状，孔位于网眼中，而且具孔的网眼要比相邻的不具孔的网眼小；花粉外壁厚度为 2—10 μm，可分两层，通常外层厚于内层。外壁纹饰有 6 种类型：颗粒-穿孔、微刺-穿孔、微刺-凹穴、细网状及粗网状、皱块状。

（二）本属花粉的分种描述（见表 2、表 3）

* 本文中花粉类型（type）术语中 Amphibium-type，Convolvulus-type 参照 Leeuwen et al.（1988）；Sibiricum-type 为自拟；余下 7 种类型根据 Hedberg（1946）。

表 1　实验材料名录

Table 1　List of the species examined for this study (The vouchers are preserved in HSNU)

种　species	采集地　locality	采集人 collector	标本号 No.
Polygonum alpinum	内蒙古 Inner Mongolia	不详 unknown	3—138
P. divaricatum	山　东 Shandong	贾运善 Y. S. Jia	89925
P. laxmanni	内蒙古 Inner Mongolia	刘书润 S. Y. Liu	146
P. sibiricum	山　东 Shandong	不详 unknown	07020
P. chinense	上海,栽培 Shanghai cult.	王建新 J. X. Wang	
P. nepalense	安徽,黄山 Huangshan, Anhui	同上 *do.*	89909
P. cripolitanum	上　海 Shanghai	钱士心 S. X. Qian	5494
P. palmatum	安徽,祁门 Qimen, Anhui	同上 *do.*	021261
P. bistorta	山　东 Shandong	贾运善 Y. S. Jia	1283
P. manshuriense	黑龙江 Heilongjiang	赵宏 H. Zhao	88901
P. viviparum	内蒙古 Inner Mongolia	马毓泉 Y. Q. Ma	81-225
P. aviculare	湖　北 Hubei	陈昌斌 C. B. Chen	01001
P. plebeium	上　海 Shanghai	王建新 J. X. Wang	89001
P. convolvulus	上　海 Shanghai	钱士心 S. X. Qian	06694
P. dentatoalatum	甘　肃 Ganshu	魏志平 Z. *P. Wei*	1881
P. cuspidatum	上海,栽培 Shanghai,cult.	王建新 J. X. Wang	89930
P. multiflcrum	安徽,黄山 Huangshan, Anhui	同上 *do.*	89910
P. cymosum	上海,栽培 Shanghai,cult.	同上 *do.*	
P. fagopyrum	山　东 Shandon	贾运善 Y. S. Jia	1284
P. gracilipes	上　海 Shanghai	钱士心 S. X. Qian	07379
P. statice	甘　肃 Ganshu	魏志平 Z. *P. Wei*	2818
P. amphibium	内蒙古 Inner Mongolia	不详 unknown	212
P. conspicuum	安徽,黄山 Huangshan,Anhui	王建新 J. X. Wang	89916
P. posumbu	安徽,黄山 Huangshan,Anhui	同上 *do.*	89911
P. hydropiper	安徽,黄山 Huangshan,Anhui	王建新 J. X. Wang	89908
P. japonicum	浙江天目山 Tianmushan,Zhejiang	同上 *do.*	891020
P. jucundum	浙江天目山 Tianmushan,Zhejiang	同上 *do.*	89504
P. lapathufolium var. *salicifolium*	安徽,黄山 Huangshan,Anhui	同上 *do.*	89919
P. longisetum var. *rotundatum*	浙江,杭州 Hangzhou,Zhejiang	刘民壮 M. Z. Liu	06772
P. macrantum	上海,佘山 Sheshan,Shanghai	不详 unknown	11680
P. orientale	安徽,黄山 Huangshan,Anhui	王建新 J. X. Wang	89921
P. persicaria	上　海 Shanghai	不详 unknown	无号 no No.
P. pubescens	安徽,黄山 Huangshan,Anhui	王建新 J. X. Wang	89914
P. tinctorium	安　徽 Anhui	钱士心 S. X. Qian	无号 no No.
P. viscoferum	山　东 Shandong	不详 unknown	无号 no No.
P. bungeanum	辽　宁 Liaoning	王建新 J. X. Wang	89701
P. dissitiflorum	安徽,黄山 Huangshan,Anhui	同上 *do.*	89922
P. hastato-sagittatum	安徽,黄山 Huangshan,Anhui	同上 *do.*	89902
P. maackianum	山　东 Shandong	不详 unknown	无号 no No.
P. muricatum	安徽,黄山 Huangshan,Anhui	王建新 J. X. Wang	89905
P. perfoliatum	安徽,黄山 Huangshan,Anhui	同上 *do.*	89901
P. senticosum	山东,崂山 Laoshan,Shandong	贾运善 Y. S. Jia	89927
P. sagittifolium	安徽,黄山 Huangshan,Anhui	王建新 J. X. Wang	89907
P. sinicum	安徽,黄山 Huangshan,Anhui	同上 *do.*	89906
P. sieboldii	安徽,黄山 Huangshan,Anhui	同上 *do.*	89903
P. thunbergii	浙江,天童山 Tiantongshan,Zhejiang	王希华 X. H. Wang	89931

表 2 国产蓼属花

Table 2 The characteristics of

组 名[1] Section	种 名 Species	形 状 Shape	大 小 Size (μm)
叉分蓼组 Sect. Aconogonon	兴安蓼(SEM)[2] *P. alpinum*	近长球形 subprolate	(38.4—46.1)40.9 ×33.3(30.7—35.8) (P/E=1.23)
	叉分蓼(SEM) *P. divaricatum*	近扁球形 suboblate	(38.4—43.5)40.9 ×46.1(42.2—51.2) (P/E=0.89)
	白山蓼(LM, SEM) *P. laxmanni*	同上 do.	(29.4—32.1)30.7 ×35.8(33.3—37.1) (P/E=0.86)
	西伯利亚蓼(LM, SEM) *P. sibiricum*	近球形 subspheroidal	28.2(25.6—28.2) (P/E=1)
头状蓼组 Sect. Cephalophilon	火炭母 (SEM) *P. chinense*	同上 subspheroidal	46.1(38.4—48.6) (P/E=1)
	尼泊尔蓼 (SEM) *P. nepalense*	同上 do.	59.0(56.3—61.4)
	蓼子草 (SEM) *P. cripolitanum*	球形 spheroidal	71.4(58.9—74.2)
	掌叶蓼 (LM,SEM) *P. palmatum*	同上 do.	46.1(41.0—48.6)
拳参组 Sect. Bistorta	拳参 *P. bistorta*	近长球形 subprolate subspheroidal	(40.9—48.6)46.1 ×43.5(40.5—53.8) (P/E=1.06)
	耳叶蓼 (LM, SEM) *P. manshuriense*	长球形 prolate	(43.5—52.5)51.2 ×35.8(33.3—35.8) (P/E=1.43)
	珠芽蓼 *P. viviparrum*	同 上 do.	(53.8—87.7)58.9 ×43.5(40.9—53.8) (P/E=1.35)
萹蓄组 Sect. Avicularia	萹 蓄 *P. aviculare*	同 上 do.	(30.7—37.1)33.3 ×25.6(24.3—28.2) (P/E=1.30)
	习见蓼 (SEM) *P. plebeium*	同 上 do.	(17.9—20.5)20.5 ×15.4(14.1—15.4) (P/E=1.33)

粉形态特征(一)
pollen grains in *Polygonum* of China

萌发孔 Aperture	外壁特征 Characteristics of exine			
	层次 Stratification	厚度 Thickness (μm)	纹饰 Ornamentation	
			光学显微镜下 Under LM	扫描电镜下 Under SEM
三沟 3-colpate	二层,外层厚于内层 2-layered, sexine thicker than nexine	3.0—4.0	负网状 negative reticulate	颗粒-穿孔 granulate-perforate
同上 do.	同上 do.	3.0—4.0	同上 do.	同上 do.
同上 do.	同上 do.	3.0—4.0	同上 do.	同上 do.
三孔沟 3-colporate	二层,内外层几相等 2-layered, sexine equal to nexine in thickness	3.0	模糊 indistinct	皱块状 rugulate
三沟 3-colpate	二层,外层厚于内层 2-layered, sexine thicker than nexine	5.0	粗网状 coarsely reticulate	粗网状 coarsely reticulate
同上 do.	同上 do.	6.0	同上 do.	同上 do.
散孔,孔距 17—21 μm pantoporate, between two adjacent pores 17—21 μm	同上 do.	6.0	粗网状,径向线上网眼数 8—10 个,网眼大 11—15 μm coarsely reticulate, lumina across the diameter 8—10, lumen measures 11—15 μm	同上 do.
散孔,孔距 20—25 μm pantoporate interval between two adjacent pores 20—25 μm	同上 do.	4.0	粗网状,径向线上网眼数 8—10 个,网眼大 8—13 μm coarsely reticulate, lumina across the diameter 8—10, lumen measures 8—13 μm	同上 do.
三孔沟 3-colporate	二层,外层厚于内层 2-layered, sexine thicker than nexine	赤道:2.6—2.8 两极:3.3—3.8 equator: 2.6—2.8 poles:3.3—3.8	细网状 finely reticulate	颗粒-穿孔 granulate-perforate
同上 do.	同上 do.	赤道:2.3, 两极:3.8 equator:2.3 poles:3.8	同上 do.	同上 do.
同上 do.	同上 do.	赤道:2.5, 两极:4.5 equator:2.5 poles:4.5	同上 do.	同上 do.
同上 do.	同上 do.	3.0—3.5	同上 do.	微刺-凹穴 microechinate-foveolate
同上 do.	同上 do.	2.0—2.5	同上 do.	同上 do.

蔓蓼组 Sect. Tiniaria	卷茎蓼 *P. convolvulus*	同 上 do.	(25.6—28.2)28.2 ×20.1(20.1—23.0) (P/E=1.40)
	齿翅蓼 (LM, SEM) *P. dentato-alatum*	同 上 do.	(30.7—33.3)33.3 ×25.6(23.0—25.6) (P/E=1.30)
	虎杖 (SEM) *P. cuspidatum*	近球形 Subspheroidal	(41.0—46.0)43.5 ×41.1(38.4—43.5) (P/E=1.06)
	何首乌 (SEM) *P. multiflorum*	球形 spheroidal	29.4(25.6—30.7)
	野荞麦 (SEM) *Fagopyrum dibotrys* (*P. cymosum*)	近长球形 subprolate	(53.8—66.6)58.9 ×51.2(49.9—38.4) (P/E=1.15)
	荞 麦 *F. esculentum* (*P. fagopyrum*)	同 上 do.	(38.4—51.2)43.5 ×35.8(33.3—38.4)
	细茎荞麦 (SEM) *F. gracilipes* (*P. gracilipes*)	长球形 prolate	(40.9—48.6)46.1 ×33.3(28.2—35.8) (P/E=1.38)
	矶松蓼 (SEM) *F. statice* (*P. statice*)	同 上 do.	(41.0—46.1)43.5 ×33.3(30.7—35.8) (P/E=1.31)

1)组的划分根据 Steward, A. N. (1930); 2)标有括弧的 LM. SEM 为本文首次报道。

表 3 国产蓼属花

Table 3 The characteristics of

组 名 Section	种 名 Species	形 状 Shape	大 小 Size (μm)
春 蓼 组 Sect. Persicaria	两栖蓼 *P. amphibium*	球 形 spheroidal	64.0(56.3—76.8)
	显花蓼 (LM, SEM) (长柱花) *P. conspicuum*	同 上 do.	69.1(64.0—71.7)
	丛枝蓼 (SEM) *P. posumbu* (*P. caespitosum*)	同 上 do.	46.0(43.5—53.8)
	水 蓼 *P. hydropiper*	同 上 do.	43.5(40.9—48.6)
	蚕茧草 (SEM) *P. japonicum*	同 上 do.	74.2(56.3—102.4)
	愉悦蓼 (SEM) *P. jucundum*	同 上 do.	46.1(38.4—51.2)
	绵毛旱苗蓼 (LM, SEM) *P. lapathufolium* var. *salicifolium*	同 上 do.	35.8(33.3—40.9)
	圆基长鬃蓼 (LM, SEM) *P. longisetum* var. *rotundatum*	同 上 do.	38.4(35.8—40.9)
	长花蓼[3] (SEM) *P. macrantum*	同 上 do.	53.8(46.1—74.2)

continued from table 2

三孔沟,沟较长 3-colporate colpi rather long	二层,外层厚于或近等于内层 2-layered, sexine thicker than or equal to nexine	赤道:2.0 两极:3.0 equator: 2.0 poles: 3.0	模糊 indistinct	外孔周围微刺状;孔间区及孔间极区光滑 microechinate around ectocolpi; smooth in mesocolpium and apocolpium
同 上 do.	同 上 do.	同 上 do.	同 上 do.	同 上 do.
同 上 do.	二层,外层厚于内层 2-layered, sexine thicker than nexine	4.0	细网状 finely reticulate	细网状 finely reticulate
同 上 do.	二层,外层稍厚或近等厚 2-layered, sexine thicker than or equal to nexine	2.5	同 上 do.	同 上 do.
三孔沟 3-colporate	二层,外层厚于内层 2-layered, sexine thicker than nexine	3.5—4.0	细网状 finely reticulate	细网状 finely reticulate
同 上 do.	同 上 do.	3.5—4.0	同 上 do.	同 上 do.
同 上 do.	同 上 do.	3.0	同 上 do.	同 上 do.
同 上 do.	同 上 do.	3.0	同 上 do.	同 上 do.

粉形态特征(一)
pollen grains in *Polygonum* of China

萌发孔 Aperture		外壁特征 Characteristics of exine					
类型 Type	相邻两萌发孔距离 Width between two adjacent pores (μm)	层次 Stratification	厚度 Thickness (μm)	纹饰 Ornamentation 光镜下 Under LM	纹饰 Ornamentation 扫描电镜下 Under SEM	径向线上网眼数目 Lumina number across the diameter	网眼大小 Lumen size (μm)
散沟 pantocolpate		二层,外层厚于内层 2-layered, sexine thicker than nexine	6.0—7.0	粗网状 coarsely reticulate	粗网状 coarsely reticulate		
散孔 pantoporate	18.0—23.0	同 上 do.	6.0—7.0	同 上 do.	同 上 do.	7—9	12.0—13.0
同 上 do.	13.0—18.0	同 上 do.	5.0—8.0	同 上 do.	同 上 do.	6—7	8.0—13.0
同 上 do.	12.0—16.0	同 上 do.	4.0—5.0	同 上 do.	同 上 do.	7—10	6.0—8.0
同 上 do.	21.0	同 上 do.	10.0	同 上 do.	同 上 do.	网眼不规则 Lumina irregular	网眼不规则 Lumina irregular
同 上 do.	12.0	同 上 do.	6.0	同 上 do.	同 上 do.	6—8	7.0—10.0
同 上 do.	13.0	同 上 do.	3.0	同 上 do.	同 上 do.	7—8	6.0—10.0
同 上 do.	13.0	同 上 do.	6.0	同 上 do.	同 上 do.	6—8	6.0—8.0
同 上 do.	12.0—16.0	同 上 do.	5.0—7.0	同 上 do.	同 上 do.	8—10	6.0—11.0

春　蓼　组 Sect. Persicaria	荭　草 *P. orientale*	同　上 do.	56.3(51.2—58.9)
	春　蓼 *P. persicaria*	同　上 do.	43.5(38.4—53.8)
	无辣蓼(SEM) *P. pubescens*	同　上 do.	64.0(61.4—66.6)
	蓼　蓝(SEM) *P. tinctorium*	同　上 do.	56.3(48.6—61.4)
	粘　蓼(LM, SEM) *P. viscoferum*	同　上 do.	35.8(33.3—38.4)
刺　蓼　组 Sect. Echinocaulon	柳叶刺蓼(SEM) *P. bungeanum*	同　上 do.	56.3(51.2—64.0)
	稀花蓼(LM, SEM) *P. dissitiflorum*	同　上 do.	56.2(48.6—58.9)
	箭叶水湿蓼(LM, SEM) *P. hastato-sagittatum*	同　上 do.	43.5(28.2—56.3)
	长戟叶蓼(SEM) *P. maackianum*	同　上 do.	56.3(51.2—61.4)
	小花蓼(LM, SEM) *P. muricatum*	同　上 do.	43.5(38.4—46.1)
	杠板归(LM, SEM) *P. perfoliatum*	同　上 do.	46.0(43.5—48.6)
	刺　蓼(SEM) *P. senticosum*	同　上 do.	61.4(53.7—71.7)
	大箭叶蓼(LM, SEM) *P. sagittifolium*	同　上 do.	46.1(38.4—51.2)
	中华蓼(LM, SEM) *P. sinicum*	同　上 do.	56.3(51.2—58.9)
	箭叶蓼(LM, SEM) *P. sieboldii*	同　上 do.	51.2(48.6—58.9)
	戟叶蓼(SEM) *P. thunbergii*	同　上 do.	53.8(46.1—61.4)

3)《安徽植物志》(2卷)把本种作为 *P. japonicum* Meisn. 的异名处理，花粉形态不支持合并，现仍暂作独立种处理，容后进一步讨论。

花粉类型检索表

1. 花粉粒球形、近长球形及长球形，具三沟或三孔沟。
  2. 花粉粒具三沟。
    3. 花粉粒近长球形或近球形，外壁具颗粒状纹饰 ………………… 1. **叉分蓼型**(Aconogonon-type)
    3. 花粉粒球形，外壁具粗网状纹饰 ……………………………… 2. **头状蓼型**(Cephalophilon-type)
  2. 花粉粒具三孔沟。
    4. 外壁纹饰为颗粒状或短刺状，覆盖层具穿孔。
      5. 外壁颗粒状纹饰在花粉表面分布均匀一致。
        6. 外壁在两极明显加厚，花粉较大($>41\times33$ μm) ………………… 3. **拳参型**(Bistorta-type)
        6. 外壁厚度均匀，花粉较小($<37\times25$ μm) ……………………… 4. **萹蓄型**(Avicularia-type)
      5. 外壁纹饰特殊，在沟周围具密集的短刺或颗粒，并具穿孔，而在沟间区及沟界极区外壁加厚，表面光滑 …………………………………………………… 5. **卷茎蓼型**(Convolvulus-type)
    4. 外壁纹饰为皱块状或细网状。
      7. 外壁纹饰为皱块状 ………………………………………… 6. **西伯利亚蓼型**(Sibiricum-type)
      7. 外壁纹饰为细网状。
        8. 柱状层小柱不具分枝，沟膜光滑(Leeuwen et al., 1988) ……… 7. **蔓蓼型**(Tiniaria-type)

continued from table 3

同上 do.	23.0—25.0	同上 do.	5.0—6.0	同上 do.	同上 do.	8—10	6.0—12.0
同上 do.	13.0—18.0	同上 do.	5.0—6.0	同上 do.	同上 do.	8—10	6.0—12.0
同上 do.	18.0	同上 do.	7.0	同上 do.	同上 do.	8—9	10.0—12.0
同上 do.	13.0—15.0	同上 do.	5.0—7.0	同上 do.	同上 do.	8—10	7.0—9.0
同上 do.	15.0—18.0	同上 do.	3.5	同上 do.	同上 do.	7—9	5.0—8.0
同上 do.	20.0—25.0	同上 do.	6.0	同上 do.	同上 do.	9—12	8.0—13.0
同上 do.	20.0	同上 do.	7.0	同上 do.	同上 do.	6—8	10.0—18.0
同上 do.	13.0—18.0	同上 do.	6.0	同上 do.	同上 do.	8—9	8.0—13.0
同上 do.	23.0—25.0	同上 do.	6.0	同上 do.	同上 do.	8—9	7.0—10.0
同上 do.	13.0—17.0	同上 do.	5.0	同上 do.	同上 do.	7—9	6.0—8.0
同上 do.	15.0—18.0	同上 do.	5.0	同上 do.	同上 do.	9—10	6.0—8.0
同上 do.	18.0—25.0	同上 do.	8.0	同上 do.	同上 do.	6—8	10.0—13.0
同上 do.	15.0—18.0	同上 do.	5.0	同上 do.	同上 do.	8—10	6.0—10.0
同上 do.	18.0—25.0	同上 do.	5.0	同上 do.	同上 do.	8—9	8.0—11.0
同上 do.	23.0	同上 do.	6.0	同上 do.	同上 do.	7—10	7.0—10.0
同上 do.	19.0	同上 do.	4.0	同上 do.	同上 do.	8—9	9.0—12.0

8. 柱状层小柱常具分枝，3—6 小柱聚在一起，沟膜上具颗粒(Leeuwen et al., 1988) ………………………………………… 8. **荞麦型**(Fagopyrum-type)

1. 花粉粒球形，具散沟或散孔，外壁纹饰为粗网状。

9. 花粉粒具散沟 ……………………………… 9. **两栖蓼型**(Amphibium-type)

9. 花粉粒具散孔 ……………………………… 10. **春蓼型**(Persicaria-type)

(三)各类型花粉形态特征

1. 叉分蓼型(Aconogonon-type)(图版 1:1—7)

花粉分解前为近长球形，分解后一般变为近扁球型。大小为 29.4—46.1×30.7—51.2 μm。具 3 沟，沟由于分解而拉宽，可达 5 μm，外壁厚约 3—4 μm，外壁外层厚于内层。外壁纹饰在光镜下为负网状，在扫描电镜下可见颗粒-穿孔。

属于本类型花粉的植物是：兴安蓼 *P. alpinum* All.、叉分蓼 *P. divaricatum* L. 及白山蓼 *P. laxmanni* Lepch.。

2. 头状蓼型(Cephalophilon-type)(图版 1:8—10)

花粉为近球形，赤道面观为圆形，极面观为三裂圆形，大小为 38.4—61.4 μm。具 3 沟。外壁较厚，外壁外层厚于内层。粗网状纹饰，网脊由双重小柱顶端愈合所形成。网眼大小为 8—13 μm，网眼内具颗粒状或棒状突起，常数个聚生。本类型花粉外壁纹饰与春蓼

型相似,但网脊较窄。

属本类型花粉的植物有火炭母 *P. chinense* L. 及尼泊尔蓼 *P. nepalense* Meisn.

3. 拳参型(Bistorta-type)(图版 1:11—13. 图版 2:14,15)

花粉粒长球形或近长球形,大小为(40.9—71.7)×(30.7—53.8) μm。具三孔沟,沟狭,长为 28—36 μm,内孔横长。外壁从赤道向两极逐渐加厚,在赤道处厚约 2.5 μm,在两极厚约 3.8 μm。在赤道处,柱状层小柱较短且排列紧密;从赤道向两极,小柱逐渐加粗加长,且出现分枝,小柱间的空隙也逐渐加大(Leeuwen et al.,1988)。外壁纹饰在光镜下为细网状,在扫描电镜下为颗粒-穿孔纹饰。

属本类型花粉的植物有:拳参 *P. bistorta* L. 耳叶蓼 *P. manshuriense* V. Peter. ex Kom. 及珠芽蓼 *P. viviparum* L.

4. 萹蓄型(Avicularia-type)(图版 2:16—20)

花粉粒长球形,赤道面观为矩圆形,极面观为 3 瓣形。大小为(17.9—37.1)×(14.1—28.2) μm。具三孔沟。外壁厚为 2.0—3.5 μm,外壁外层厚于内层。外壁纹饰在光镜下为细网状,在扫描电镜下可见颗粒-穴状纹饰。

属于本类型花粉的植物有萹蓄 *P. aviculare* L. 及习见蓼 *P. plebeium* R. Br.

5. 卷茎蓼型(Convolvulus-type)(图版 2:21—2. 图版 2:27,28)

花粉粒近长球形或长球形,赤道面观为椭圆形,极面观为钝三角形。大小为(25.6—33.3)×(20.1—25.6) μm。具三孔沟,沟狭,长为 18—22 μm。内孔环带状,内孔边缘加厚。外壁厚度不一致,在两极较厚,厚约 3 μm;在赤道处略薄,约 2 μm。外壁外层与内层近等厚。外壁纹饰在光镜下模糊。在扫描电镜下较特殊:在萌发沟周围具密集的短刺或颗粒,并具穿孔;而在沟间区中部和沟界极区外壁加厚光滑(图版 2:23,24. 图版 3:27,28)。本类型花粉与产于美洲的加州蓼 *P. californicum* Meisn. 相似。

属于本类型花粉的植物有卷茎蓼 *P. convolvulus* L. 及齿翅蓼 *P. dentato-alatum* Fr. Scham. ex Maxim.

6. 西伯利亚蓼型(Sibiricum-type)(图版 3:29—32)

花粉近球形,赤道面观近圆形,极面观为三裂圆形。直径为 28.2(25.6—28.2) μm。具三孔沟,沟狭长,内孔横长。外壁厚约 3 μm,外壁内、外层近等厚。外壁纹饰在光镜下模糊,在扫描电镜下可见皱块状纹饰,并具穿孔。

仅西伯利亚蓼 *P. sibiricum* Laxm. 一种。

7. 蔓蓼型(Tiniaria-type)(图版 3:33—39. 图版 4:40)

花粉粒近球形,赤道面观近圆形,极面观为三裂圆形,大小为(25.6—46.0)×(25.6—43.5) μm。具三孔沟,沟长,几达两极;内孔横长。外壁厚约 2.5—4 μm,外壁外层厚于内层或近相等。外壁纹饰细网状,柱状层小柱不具分枝。

属本类型花粉的植物有虎杖 *P. cuspidatum* S. et Z. 及何首乌 *P. multiflorum* Thunb.

8. 荞麦型(Fagopyrum-type)(图版 4:41—43)

花粉粒近长球形至长球形,赤道面观为椭圆形,极面观为三裂圆形,大小为(38.4—66.6)×(28.2—56.3) μm。具三孔沟,沟长,略宽,两端尖,沟膜具颗粒。外壁厚为 3—4 μm,外壁外层厚于内层。表面纹饰为细网状。柱状层小柱具分枝,常 3—6 个分枝着生在一

个基干上(Leeuwen et al.,1988)。

属本类型花粉的植物有:荞麦 *Fagopyrum esculentum* Moench、野荞麦 *F. dibotrys* (D. Don) Hora、细茎荞麦 *F. gracilipes* (Hemsl.) Dammer 及矶松蓼 *F. statice* (Levl.) H. Gross.

9. 两栖蓼型(Amphibium-type)(图版 4:44—46)

花粉粒球形,大小为 56.3—76.8 μm。具散沟。沟的排列具一定的规律,一般每 5 个沟组成一个正五边形,整个球面上具 12 个正五边形。依次推算,一个典型的花粉有 30 条沟。外壁纹饰为粗网状,无覆盖层,网脊由双重小柱顶端愈合所成,小柱相对成交互排列;网眼大小略不均匀,形状不规则。网眼内具顶端游离的较短的小柱,呈棒状或颗粒状。由萌发沟所围成的五边形(偶六边形)网眼数为 6—10 个。外壁较厚,为 6—7 μm。本类型花粉与下述春蓼型花粉外壁特征极为相似,Hedberg (1946)曾把此类型作为春蓼型的变异类型。

仅两栖蓼 *P. amphibium* L. 一种。

10. 春蓼型(Persicaria-type)(图版 4:47,48,图版 5:49—56)

花粉粒球形,大小为 28.2—102.0 μm。具散孔。孔近圆形,边缘不规则,位于单个网眼中。外壁较厚,通常为 3—10 μm。外壁外层明显厚于内层。具粗网状纹饰,网径为 10(6—15) μm,网脊由双重或三重小柱顶端愈合而成,小柱相对或交互排列;网眼多呈 4—6 边形,大多数种具孔的网眼比周围的网眼要小。在 *P. japonicum* Meisn. 中,不具孔的网眼常出现网脊的退化与缺失现象,以致具萌发孔的网眼面积远小于周围的网眼面积。网眼内具顶端游离的较短的小柱,呈棒状或粗颗粒状,横切面近圆形,与形成网脊的小柱近乎等径。在本类型的花粉中,我们对孔间的距离及花粉径向线上的网眼数也进行了测量。前者变幅为 12—25 μm,后者为 7—10 个,变幅不大。

属于本类型花粉的植物有春蓼组除两栖蓼外全部 13 种,刺蓼组全部 11 种,头状蓼组 2 种:掌叶蓼 *P. palmatum* Dunn. 及蓼子草 *P. criopolitanum* Hance。

结 论 与 讨 论

1. Steward (1930) 依据花的着生位置与花序类型;果被具翅与否,植株分枝与否;有无肉质或木质坚硬根茎;茎直立与缠绕,是否有倒刺;叶片有无关节及叶基形状、托叶鞘形态等性状,将本属植物划分为八组,它们是:萹蓄组 Sect. Avicularia (Tourn.) Meisn.、拳参组 Sect. Bistorta L.、春蓼组 Sect. Persicaria L.、头状蓼组 Sect. Cephalophilon Meisn.、刺蓼组 Sect. Echinocaulon Meisn.、蔓蓼组 Sect. Tiniaria Meisn.、叉分蓼组 Sect. Aconogonon Meisn. 及荞麦组 Sect. Fagopyrum (Tourn.) Meisn. 对本属的花粉形态观察表明,Steward (1930)对萹蓄组、拳参组、春蓼组、刺蓼组、荞麦组的划分与本文中花粉类型的划分基本上是一致的,但对头状蓼组、蔓蓼组及叉分蓼组的划分却与花粉类型的划分有较大出入。

2. 叉分蓼组是花粉形态差异最大的类群。据我们的观察及前人的报道,本组植物花粉萌发孔有三沟型、三孔沟型、六沟型及散沟型等;外壁纹饰有颗粒状、皱块状及刺状等。本文中观察的材料有叉分蓼 *P. divaricatum* L.、兴安蓼 *P. alpinum* All.、白山蓼 *P. laxmanni* Lepch 及西伯利亚蓼 *P. sibiricum* Laxm. 等四种。前三种花粉形态较为一致,均为三沟

花粉,具颗粒-穿孔纹饰;根据 Hedberg (1946)的观点,将此类型作为叉分蓼型。后一种花粉形态较特殊,与前三种有截然的差异,具三孔沟,外壁纹饰为皱块状,因此本文中将此种花粉单独成立一花粉类型——西伯利亚蓼型(Sibiricum-type)。

3. 头状蓼组花粉的萌发孔有三沟型、散孔型等,外壁纹饰有粗网状与刺状等。Steward (1930)等将蓼子草 *P. cripolitanum* Hance 和掌叶蓼 *P. palmatum* Dunn. 一同放入该组中;但这两个种的花粉均为球形,具散孔,外壁纹饰为粗网状,属春蓼型花粉,因此这两个种可能是介于春蓼组与头状蓼组之间的过渡类型。

4. Steward (1930)根据花被片一部分具有龙骨状突起或具翅等特征将何首乌 *P. multiflorum* Thunb.、虎杖 *P. cuspidatum* S. et Z.、卷茎蓼 *P. convolrulus* L. 及齿翅蓼 *P. dentato-alatum* Fr. Scham. ex Maxim. 等一同放入蔓蓼组中。但前两种植物的柱头为画笔状,后两种植物的柱头为头状,因此《辽宁植物志》(上册)中将卷茎蓼和齿翅蓼放在一起成立蔓蓼属 *Fallopia*,而将何首乌和虎杖放在一起成立何首乌属 *Reynoutria*,作者对这四种植物花粉的观察认为应将这 4 种植物划分为 2 组,而非 2 属。

5. Steward (1930) 等人根据托叶鞘为筒状、膜质,花序为穗状等特征将两栖蓼 *P. amphibium* L. 放入春蓼组中。但本种的花粉具散沟,与典型的春蓼组的具散孔花粉并不一致。另外,根据外部形态特征,本种为多年生水陆两栖草本;叶两型;穗状花序为圆锥状、卵形或短圆筒形,因此我们认为将此种从春蓼组中分出,单列一组,成立两栖蓼组较为合适。

6. 春蓼组与刺蓼组植物的花粉形态极其相似,除蚕茧草 *P. japonicum* Meisn. 花粉粒具孔的网眼面积远小于其周围的网眼面积,易于与其它种花粉区别外,根据花粉形态将两组其它种类划分到群(group)或者种是有困难的。春蓼型花粉在大小及网脊的高度上虽有变化,但这些变化是连续的,并不存在截然的界限,因此较难将本类型的花粉作进一步的划分。此外,Wodehouse (1931)认为,本类型花粉的萌发孔的分布规律是按 trischistoclastic 系统排列的,即将每个球形花粉看作是由 12 个正五边形组成的球体,而萌发孔则位于正五边形每条边的中央。为此,每个花粉应有 30 个萌发孔。但 Hedberg (1946)不同意上述观点。他认为,在春蓼组花粉中,萌发孔在花粉表面上的排列是随机的。Leeuwen et al. (1988)认为,本类型花粉的萌发孔数少于 30 个,而且即使在一个种内,其萌发孔的数目变化也是相当大的,可以从 12 至 27 个不等。根据我们的观察,萌发孔在花粉表面的分布并无严格的规律性。在同一花粉粒上,有的区域每相邻的两个萌发孔之间由一个网眼隔开,每 3 个相邻的萌发孔组成一个三角形;但有的区域相邻的萌发孔之间由两个网眼隔开。

7. 根据以上原因,我们认为将蓼属划分为 11 个组,即:叉分蓼组 Sect. Aconogonon、西伯利亚蓼组 Sect. Sibiricum、头状蓼组 Sect. Cephalophilon、拳参组 Sect. Bistorta、萹蓄组 Sect. Avicularia、卷茎蓼组 Sect. Convolvulus、蔓蓼组 Sect. Tiniaria、荞麦组 Sect. Fagopyrum、两栖蓼组 Sect. Amphibium、春蓼组 Sect. Persicaria 及刺蓼组 Sect. Echinocaulon 较为合适。春蓼组与刺蓼组虽然花粉形态极其相似,但由于其植物体的外部形态差异较大,因此我们仍同意将这两大类植物划分为两个组。

致谢 本文承蒙张玉龙、席以珍先生提供部分资料及工作方法指导;钱士心老师提供部分花粉材料并鉴定部分标本;李安仁先生鉴定部分标本;华东师范大学电镜室全体老师在扫描电镜的使用方面给予

指导,谨此一并致谢!

参 考 文 献

中国科学院植物研究所形态室孢粉组,1960. 中国植物花粉形态. 北京:科学出版社. 196—200.

辽宁省科学技术季员会辽宁植物志编辑季员会,1988. 辽宁省植物志(上册),沈阳:辽宁科学技术出版社. 315—361.

安徽植物志协作组,1986. 安徽植物志(第二卷),北京:中国展望出版社. 140—175.

埃尔特曼著,王伏雄,钱南芳译,1962. 花粉形态与植物分类:北京:科学出版社.

黄增泉,陈幼甯,1969. 台湾植物之花粉(五). 台北:国立台湾大学农学院实验林印行.

摩尔PD,韦布 IA 著,李文漪等译,1987. 花粉分析指南. 南宁:广西人民出版社.

幾瀬マサ,1956. 日本植物の花粉. 东京广川书店发行,66—67.

Erdtman G. 1954. An Introduction to Pollen Anlysis. Waltham. Mass., P. 116—118.

Hedberg O. 1946. Pollen morphology in the genus Polygonum L. s. lat. and its taxonomical significance. Sven Bot Tidskr. **40**: 371—404.

Huang T C. 1972. Pollen Flora of Taiwan. Taipei: Natl. Taiwan Univ Bot Dep Press.

Leeuwen P V. Punt W. Hoen P P. 1988. The Northwest European Pollen Flora—— 43. Polygonaceae. Review of Palaeobotany and Palynology. **57**: 81—151.

Nowicke J W. Skvarla J J. 1977. Pollen morphology and the relationship of the Plumbaginaceae. Polygonaceae and Primulaceae to the order Centrospermae. Smithson Contrib Bot. **37**: 1—64.

Steward A N. 1930. The Polygonaceae of Eastern Asia. Contr Gray Herb of Havard Univ. **88**: 1—129.

Wodehouse R P. 1931. Pollen grains in the identification and classification of plants—— 6. Polygonaceae. Am J Bot. **18**: 749—764.

图版说明 Explanation of plates

Plate 1 Aconogonon-type: 1—5. *Polygonum divaricatum* (LM: 1—3. ×1000; SEM: 4. ×1080, 5. ×7200); 6, 7. *P. laxmanni* (LM×1000). Cephalophilon-type: 8—10. *P. nepalense* (LM: 8. ×1000; SEM: 9. ×1080. 10. ×3600). Bistorta-type: 11—13. *P. manshuriense* (LM×1000).

Plate 2 Bistorta-type: 14—15. *P. manshuriense* (SEM: 14. ×1080. 15. ×2900). Avicularia-type: 16—18. *P. aviculare* (LM: 16. 17. ×1000; SEM: 18. ×2900); 19. 20. *P. plebeium* (LM: 19. ×1000; SEM: 20. ×2960).

Convolvulus-type: 21—24. *P. convolvulus* (LM: 21. 22. ×1000; SEM: 23. ×2160. 24. ×7200); 25. 26. *P. dentato-alatum* (LM: ×1000).

Plate 3 Convolvulus-type: 27. 28. *P. dentato-alatum* (SEM: 27. ×2160. 28. ×7200). Sibiricum-type: 29—32. *P. sibiricum* (LM: 29. 30. ×1000; SEM: 31. ×2160. 32. ×7200). Tiniaria-type: 33—36. *P. cuspidatum* (LM: 33. 34. ×1000; SEM: 35. ×2160. 36. ×7200). 37—39. *P. multiflorum* (LM: 37. 38. ×1000; SEM: 39. ×7200).

Plate 4 Tiniaria-type: 40. *P. multiflorum* (SEM×2160); Fagopyrum-type: 41. 42. *Fagopyrum dibotrys* (SEM: 41. ×1500. 42. ×7200); 43. *F. esculentum* (SEM×1750). Amphibium-type: 44—46. *Polygonum amphibium* (LM: 44. ×1000; SEM: 45. ×1400. 46. ×2900). Persicaria-type: 47. 48. *P. viscoferum* (LM×1000).

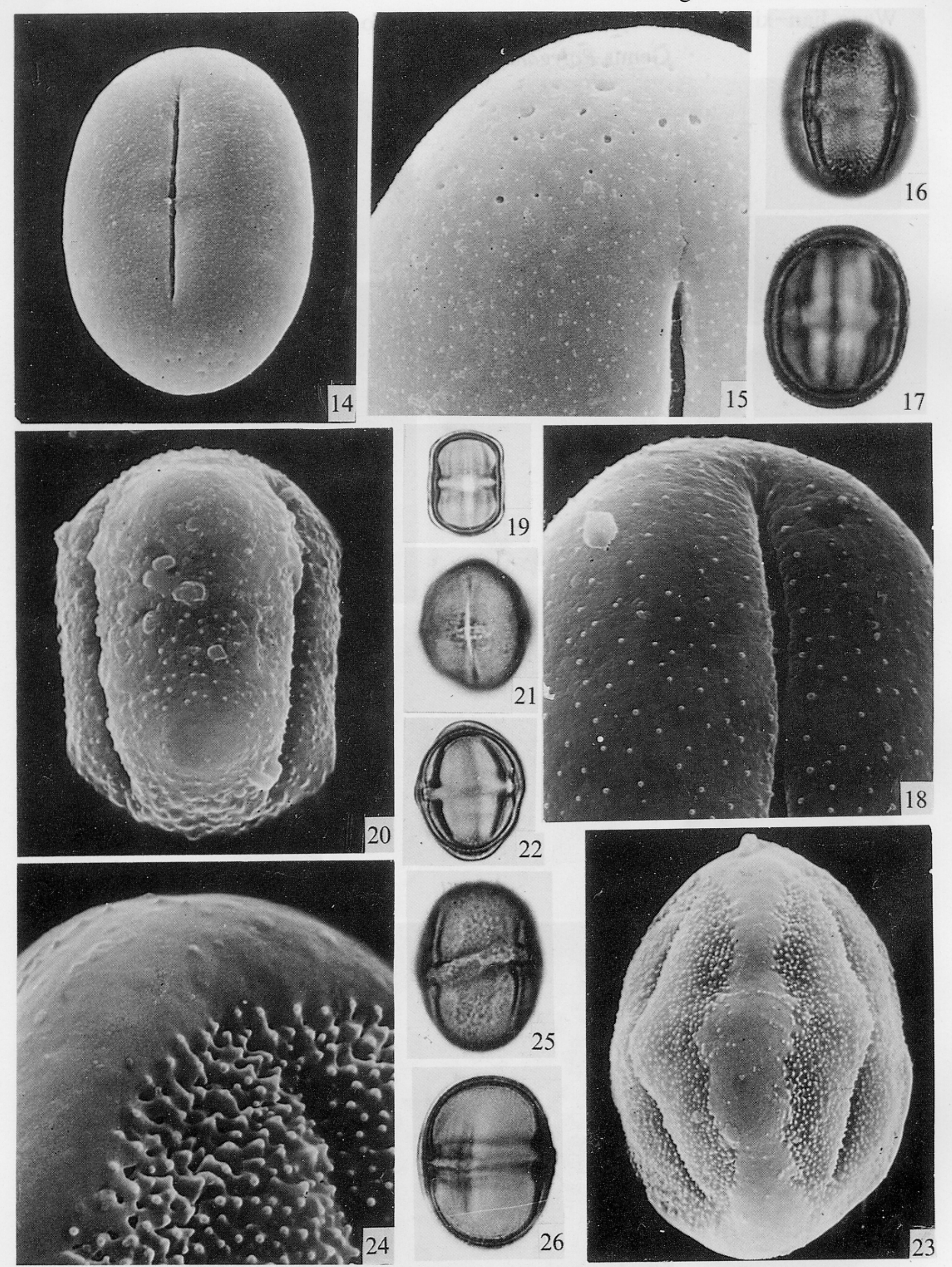
Plate 5 Persicaria-type: 49—51. *P. japonicum* (LM: 49. ×1000; SEM: 50. ×1080. 51. ×2900); 52—54. *P. conspicum* (LM: 52. ×1000; SEM: 53. ×1080. 54. ×2900); 55. 56. *P. posumbu* (LM×1000).

王建新等:中国蓼属植物花粉形态的研究 图版 1

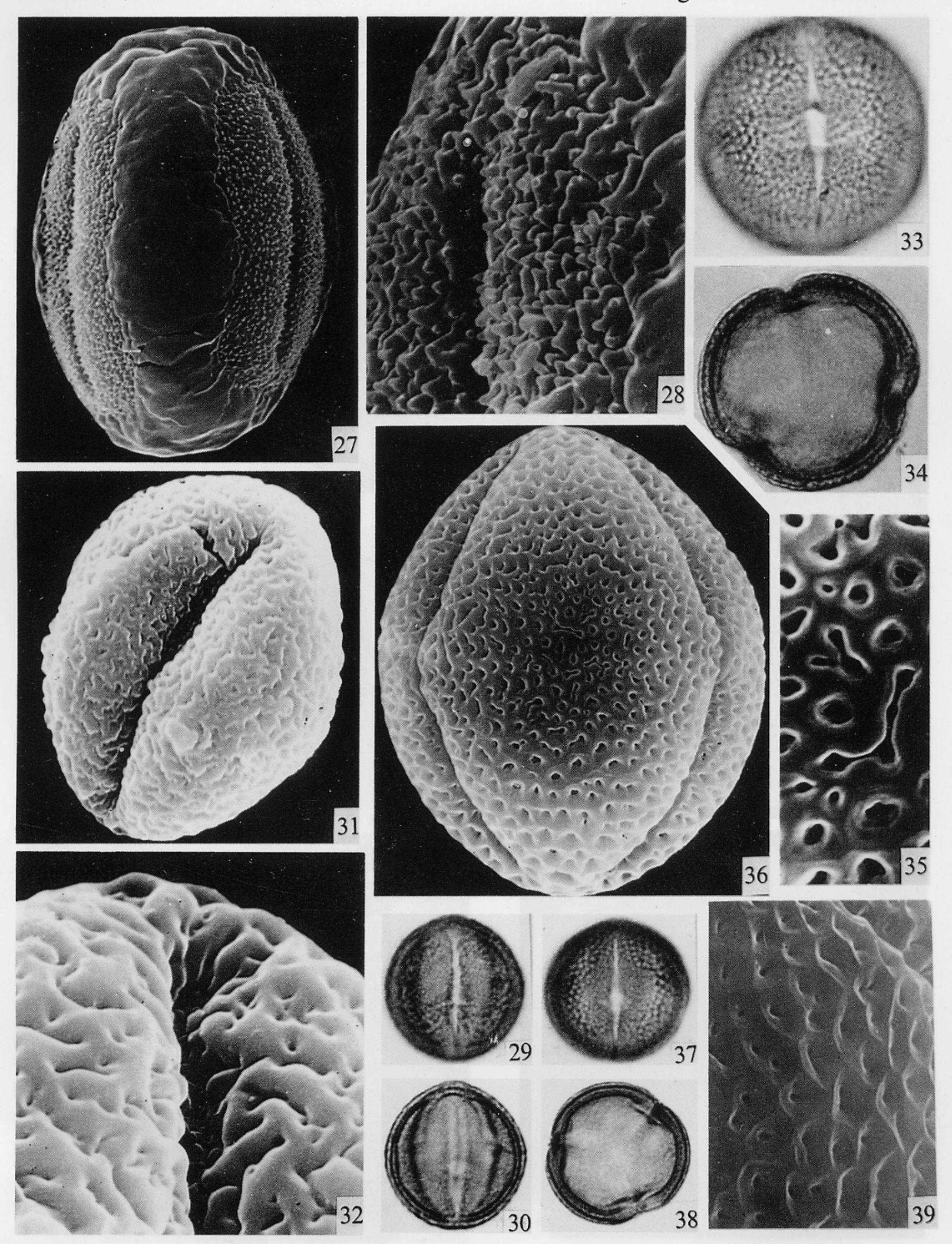
Wang Jian−xin et al.:Study on the Pollen Morphology of the Genus *Polygonum*in China Plate 1

1 2 6 5 11 3 7 4 8 12 13 9 10

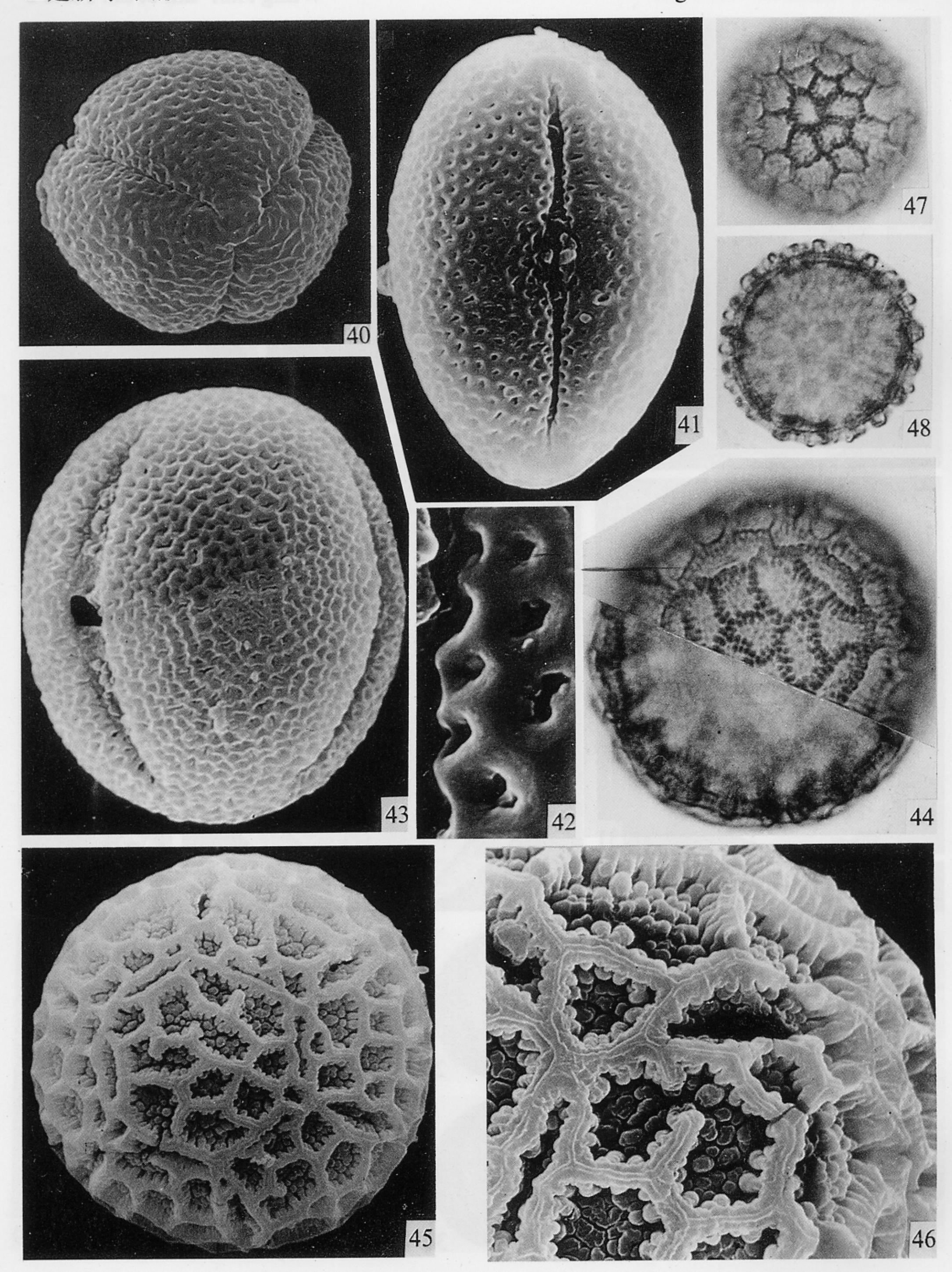
see explanation at the end of text



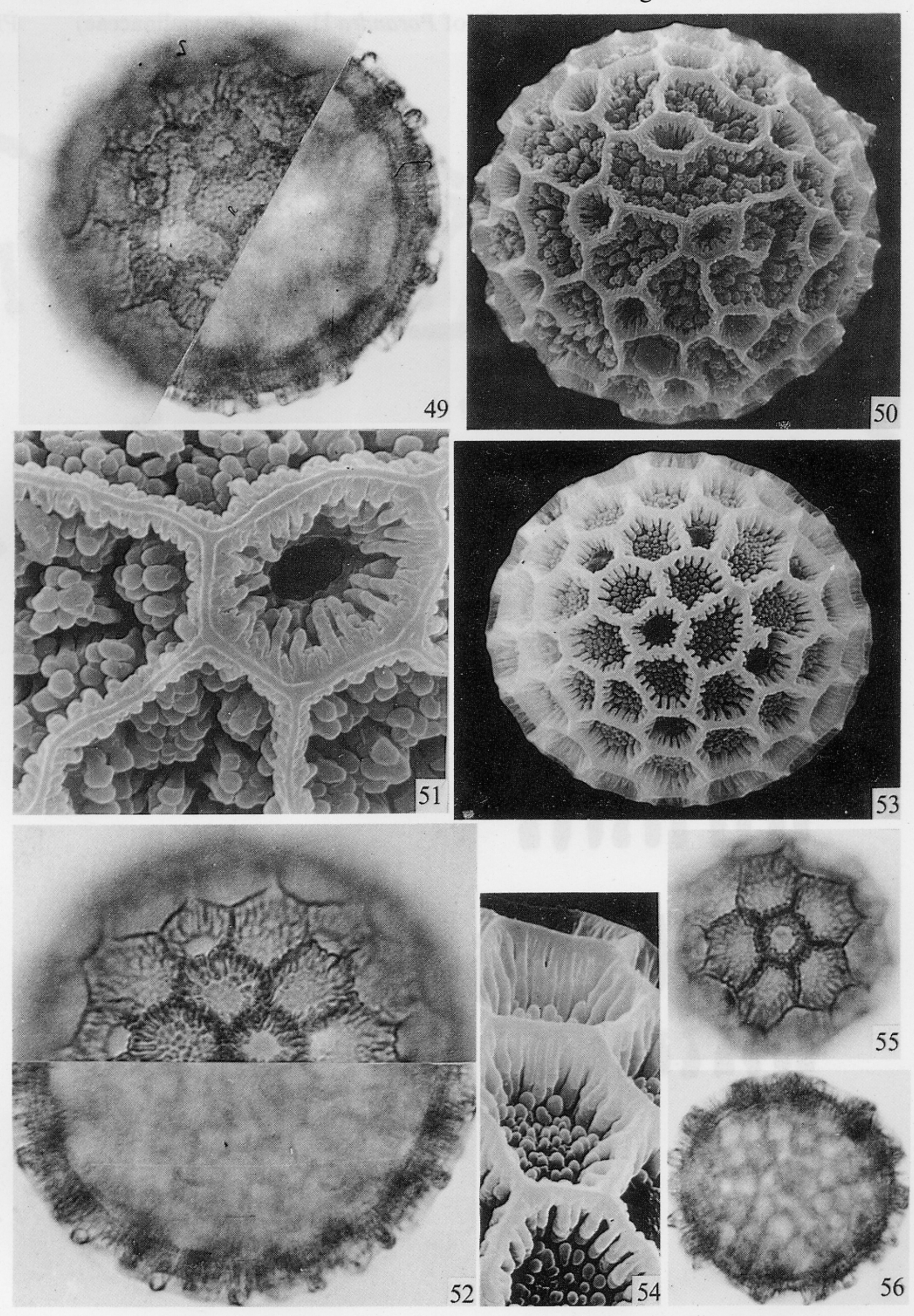
see explanation at the end of text



see explanation at the end of text



see explanation at the end of text



see explanation at the end of text